

51

Int. Cl.:

H 01 h, 85/00

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Deutsche Kl.: 21 c, 70

10

11

21

22

43

Offenlegungsschrift 2029 083

Aktenzeichen: P 20 29 083.9

Anmeldetag: 12. Juni 1970

Offenlegungstag: 23. Dezember 1970

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum: 12. Juni 1969

33

Land: Frankreich

31

Aktenzeichen: 6919630

54

Bezeichnung: Mit Kühlflüssigkeit betriebene, flinke Sicherung

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder: Société Lucien Ferraz, Lyon (Frankreich)

Vertreter: Lewinsky, Dipl.-Ing. Dipl. oec. publ. D., Patentanwalt,
8000 München

72

Als Erfinder benannt: Brichant, Francis, Belfort (Frankreich)

56

Rechercheantrag gemäß § 28 a PatG ist gestellt
Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DT 2029083

12.70.009 852/1585

6/70

ORIGINAL INSPECTED

Dipl.-Ing. Dipl. oec. publ.
DIETRICH LEWINSKY
PATENTANWALT
8 München 21 - Gotthardstr. 81
Telefon 56 17 62

2029083
12. Juni 1970

6153 - V

Société Lucien Ferraz
Lyon 3, 28, rue St. Philippe (Frankreich)

„Mit Kühlflüssigkeit betriebene, flinke Sicherung“

Französische Priorität vom 12. Juni 1969 aus der
französischen Patentanmeldung Nr. 69/19630 (Seine)

Moderne Halbleiterschaltungen werden mitunter von sehr starken Strömen durchflossen. Demgegenüber dürfen diesen infolge ihrer geringen thermischen Belastbarkeit geringe Überlastungen nur während sehr kurzer Zeiten zugeführt werden. Somit läßt ein unter Druck arbeitender Thyristor eine mittlere Stärke von 400 Ampere (Durchschnittswert) bei Fremdbelüftung durchfließen und kann unter diesen Leistungsverhältnissen während einer Dauer von 10 Millisekunden eine Überlast von 7000 Ampere (Spitzenwert) aufnehmen. Der gleiche Thyristortyp, wassergekühlt, läßt eine Dauerleistung von 600 Ampere (Durchschnittswert) fließen, d.h. 1350 Ampere als Wirkwert bzw. 1900 Ampere als Spitzenwert, während sich seine Überlastbarkeit hierdurch praktisch nicht geändert hat. Um Halbleiterschaltungen dieser Art zu schützen, sind Sicherungen vorzusehen, die hohe Ströme passieren lassen und im Falle einer Überbelastung sehr schnell schmelzen.

Die zur Zeit auf dem Markt befindlichen schnellsten Sicherungen schmelzen innerhalb von 10 Millisekunden bei einem gegenüber dem Nennwert fünf- bis zehnfachen Überlaststrom, ein Wert, der für einen wirksamen Schutz von Halbleiteranordnungen als unzureichend zu betrachten ist. Die Einsatzmöglichkeiten von derartigen Halbleiteranordnungen werden demzufolge durch die

vorhandenen Sicherungen unter den normal anzusetzenden Leistungsfaktor begrenzt, wenn man von kostspieligen Lösungen absieht, die beispielsweise mit Hilfe von Drosseln oder Transformatoren mit hohen induktiven Abfallwerten im Hinblick auf eine Begrenzung von Überbelastungen gegeben sind. Darüberhinaus verursacht diese letztgenannte Lösung sowohl während des Betriebes als auch bei Schaltvorgängen nicht zu vernachlässigende Nachteile und dabei insbesondere hohe Überspannungen.

Der Erfindung liegt demnach die Aufgabe zugrunde, eine äußerst schnell schmelzende Sicherung zu schaffen. Diese Sicherung, bei der das Sicherungselement in direktem Kontakt mit einer Kühlflüssigkeit steht, ist dadurch gekennzeichnet, daß am Sicherungselement selbst Vorrichtungen zum Zwangsumlauf der Kühlflüssigkeit vorgesehen sind.

Dem Gedanken, das Sicherungselement zu kühlen, liegen folgende theoretische Erwägungen zugrunde:

Das thermische Verhalten einer Sicherung bzw. eines Sicherungselementes steht in direktem Zusammenhang mit einer Kühlflüssigkeit bei Zwangsumlauf und wird schematisch durch Fig. 1 erläutert. In dieser Darstellung wird die Temperatur t_f des Sicherungselementes bei 1, die Temperatur t_r des Kühlmediums (Kühlflüssigkeit) bei 2 angedeutet. Beide Temperaturwerte stehen im Zusammenhang mit einem thermischen Widerstand 3 des Wertes r , der den thermischen Widerstand zwischen dem Sicherungselement und der Kühlflüssigkeit darstellt, sowie einer thermischen Kapazität 4 des Wertes c , die die thermische Kapazität des Sicherungselementes in der Form definiert, daß bei einer abgegebenen Leistung P im Sicherungselement die Differenz $t_f - t_r$ während der Zeit t folgendem Gesetz folgt:

$$t_f - t_r = r P e^{-\frac{t}{rc}}$$

Die Ansprechgeschwindigkeit der Sicherung hängt somit von der thermischen Zeitkonstante rc ab. Je kleiner diese Zeitkonstante ist, umso schneller spricht die Sicherung an. Wird der thermische Widerstand r verringert, so verringert sich damit das Verhältnis zwischen Überlaststrom und Nennstrom. Bei einer auftre-

tenden Überlastung schmilzt demnach das Sicherungselement umso schneller, je kleiner der thermische Widerstand r ist.

Der Zwangsumlauf einer Kühlflüssigkeit am Sicherungselement vermindert den thermischen Widerstand r beträchtlich. Liegt nun die Temperatur des Sicherungselementes leicht unter einem bestimmten Wert, d.h. etwa bei 130°C , sofern es sich bei der verwendeten Kühlflüssigkeit um Wasser handelt, so ergibt sich ein mit Blasenbildung verbundener Siedevorgang der Flüssigkeit, wodurch sich ein sehr starker Wärmeaustausch zwischen dem Sicherungselement und der Flüssigkeit vollzieht. Sobald nun das Sicherungselement diese Temperatur übersteigt, so bildet sich auf diesem eine Dampfschicht, woraufhin der Wärmeaustausch zwischen diesem Sicherungselement und der Flüssigkeit sehr schwach wird und der Leiter schmilzt.

Hierbei ist zu bemerken, daß diese Wirkung durch den Flüssigkeitsumlauf am Sicherungselement hervorgerufen wird, d.h. daß ein einfaches Eintauchen des Sicherungselementes in eine Flüssigkeit keinesfalls das gewünschte Ergebnis erbringen würde. Als Beispiel hierzu dient das vereinfachte thermische Schema in Fig. 2. Hier befinden sich zwischen Temperatur t_f des Sicherungselementes 1 und der Temperatur t_r des Kühlmediums (in diesem Falle die Umgebungsluft) 2 nicht nur die Anordnung bestehend aus thermischen Widerstand 3 zwischen Sicherungselement und Flüssigkeit, thermische Kapazität 4 des Sicherungselementes, sondern außerdem die Anordnung bestehend aus thermischem Widerstand 5 zwischen Flüssigkeit und Umgebungsluft, Kapazität 6 der Flüssigkeitsmasse.

In der Praxis würde der Wärmeaustausch zwischen Kühlflüssigkeit und umgebender Außenluft nur sehr gering sein, insbesondere dann, wenn eine Wandung aus Isoliermaterial zwischen diesen beiden Medien liegen würde. Hieraus folgt, daß die vom Sicherungselement an die Flüssigkeit abgegebenen Wärmeeinheiten sehr beschränkt werden müßten, um sicherzustellen, daß die Kühlflüssigkeit im flüssigen Aggregatzustand verharret. Mit der Begründung durch die Kühlflüssigkeit selbst, würde das Auftreten des mit Blasenbildung verbundenen Siedezustands sehr schlecht genutzt werden.

Hat andererseits die Sicherung ihre Betriebstemperatur noch nicht erreicht, so könnte die thermische Kapazität der kalten Flüssigkeit bewirken, daß die Sicherung selbst bei sehr hohen elektrischen Strömen nicht schmelzen würde. Anstelle einer flinken Sicherung würde sich hiermit der Effekt einer trägen Sicherung ergeben, die zwar für bestimmte Anwendungsfälle wie z.B. beim Anlassen von Elektromotoren bzw. dem Schutz von elektrischen Punktschweißmaschinen Vorteile bieten könnte, andererseits jedoch bei Halbleiterschaltungen bewirken könnte, daß zum Einschaltzeitpunkt der zu schützenden Schaltung ein Kurzschluß auftritt.

Bei der erfindungsgemäß gestalteten Sicherung kann die Kühlflüssigkeit entweder in offener Schleife fließen, wobei die Flüssigkeit von einer Druckquelle geliefert und nach Durchgang am Sicherungselement abgeführt würde, - oder aber im geschlossenen Kreislauf und unter Verwendung einer Umwälzpumpe und einem Wärmetauscher, dessen Aufgabe darin besteht, die Flüssigkeit nach Vorbeifließen am Sicherungselement abzukühlen. Die Umwälzgeschwindigkeit der Kühlflüssigkeit liegt z.B. bei Verwendung von Wasser vorteilhafterweise bei über einem Meter pro Sekunde, d.h. entlang des Sicherungselementes, um eine Geschwindigkeit von z.B. 4 - 5 m/s zu erreichen, kann jedoch auch bis zu Werten von 20 - 24 m/s gesteigert werden.

Dieser Zwangsumlauf der Kühlflüssigkeit am Sicherungselement reißt die sich an der Oberfläche des Sicherungselementes bildenden Dampfblasen fort, sofern die Temperatur dieses Sicherungselementes unter einem bestimmten Wert liegt, d.h. 130°C, sofern es sich um eine Wasserkühlung handelt, wodurch der Effekt der mit einer Blasenbildung verbundenen Siedephase voll ausgenutzt werden kann. Die Sicherung arbeitet unter diesen Voraussetzungen innerhalb ihrer normalen Betriebsbedingungen und kann somit sofort nach Einsetzen ihre Schutzfunktion ständig erfüllen. Davon ausgehend, daß sich die Betriebseigenschaften der Sicherung praktisch nicht verändern, kann ihr Abgleich innerhalb der Schaltung sehr genau vorgenommen werden. Bei einer Sicherung mit Zwangsumlauf der Kühlflüssigkeit entlang des Sicherungselementes erfüllen zum Zeitpunkt des Schmelzens des Sicherungselementes die Zu- und Ab-

leitungen der Kühlflüssigkeit die Rolle eines Ausdehnungsraumes für das sofort in Dampfphase übergehende Wasser. Bei einer eingeschmolzenen Sicherung sind demgegenüber besondere Vorkehrungen zu treffen, um eine Explosionsgefahr auszuschließen.

Darüberhinaus stellt eine mit Zwangsumlauf der Kühlflüssigkeit entlang des Sicherungselementes arbeitende Sicherung ein präzise arbeitendes Meßglied für etwaig fehlende Kühlflüssigkeit innerhalb einer Anordnung dar, die in Serie durch den gleichen Flüssigkeitsumlauf gekühlt wird, wie dies beispielsweise bei Thyristoren oder Dioden der Fall sein kann und bietet somit eine zusätzliche Sicherheit dieser Einrichtung gegenüber einem Ausfall des Kühlsystems.

Anwendungsbeispiele der erfindungsgemäß aufgebauten Sicherung werden in schematischer Form anhand der weiteren Skizzen geboten.

In Figur 3 wird eine Gesamtdarstellung der erfindungsgemäßen Sicherung geboten.

Figur 4 zeigt das Kühlflüssigkeitssystem dieser Sicherung und Figur 5 eine entsprechende Schaltung, kombiniert mit einer Thyristor-Anordnung.

Auf Figur 3 wird bei 7 ein Sicherungselement dargestellt, das aus einem Metalldraht beispielsweise aus Kupfer oder Silber besteht. Die gleiche Anordnung kann jedoch auch aus einer Metalllamelle gebildet werden. Dieser wird auf den Metallaufgaben 8 und 9 aufgelötet, die selbst wiederum einmal an einem Metallblock 11 (Lötstelle 10) und zum anderen in einer Auskrugung 12 befestigt ist. Hierzu gehören ferner eine Scheibe 13 und eine Mutter 14 auf einem Metallblock 15. Diese Blöcke 11 und 15 bestehen aus einem gut leitenden Material wie z.B. Kupfer und besitzen (nicht dargestellte) Anschlußverbindungen zwischen dem Sicherungsteil und der zu schützenden Schaltung.

Das Sicherungselement 7 befindet sich in einem Rohrkörper 16 aus Isoliermaterial wie z.B. Nylon oder Glasfaserpreßstoff mit Synthetikharz, das unter Zwischenlage einer Abdichtungscheibe 17 in die Metallblöcke 11 und 15 entweder eingeklebt oder

eingeschraubt ist. Der Metallblock 11 besitzt einen Hohlraum 18, der das Innere des Rohrkörpers 16 mit einer Öffnung 19 verbindet, in die ein Rohr 20 aus Isoliermaterial eingeschraubt ist. Der Metallblock 15 ist ebenfalls mit einem Hohlraum 21 ausgerüstet, der das Innere des Rohrkörpers 16 mit einer Öffnung 22 verbindet, in die ein Rohr 23 aus Isoliermaterial eingeschraubt ist. Die Rohre 20 und 23 können anstelle einer Schraubverbindung auch in die Öffnungen 19 und 22 eingeklebt werden. Darüberhinaus können diese Rohre im ersten Teil aus Metall und in ihrer Verlängerung aus Isoliermaterial bestehen.

Eines dieser Rohre, z.B. das Rohr 20, ist mit einer (nicht dargestellten) Kühlflüssigkeitsquelle, vorzugsweise Wasser, verbunden, wobei es sich ebenfalls um eine andere Flüssigkeit wie Benzol oder Freon handeln kann. Das Rohr 23 dient der Ableitung der Kühlflüssigkeit nach Durchlauf der Sicherung. Die aus dem Rohr 23 austretende Flüssigkeit kann einfach abgeleitet werden, da die Kühlflüssigkeitsquelle die Sicherung ständig mit neuer Flüssigkeit versorgt, z.B. mit entkalktem Wasser.

Demgegenüber kann jedoch auch, wie in Figur 4 dargestellt, ein Kühlflüssigkeitsumlauf in geschlossener Schleife gewählt werden. Diese Sicherung wird hierbei als Einheit unter 24 bezeichnet. Das Abgangsrohr 23 ist hier mit dem Eingang einer Umwälzpumpe 25 verbunden, deren Ausgang mit dem Rohr 20 über beispielsweise einen Rippenkühlkörper 26 verbunden ist.

Als sehr vorteilhaft erweist sich die Kombination der Sicherungskühlvorrichtung mit der der Schaltanordnung, z.B. dem zu schützenden Thyristor. Figur 5 zeigt eine solche Anordnung, innerhalb der ein Thyristor 27 mit zwei Flüssigkeitseingängen 28 und 29 ausgerüstet ist, die mit der aus dem Kühlkörper 26 austretenden Kühlflüssigkeit versorgt werden. Darüberhinaus sind zwei Flüssigkeitsausgänge 30 und 31 vorgesehen, die in der Sicherung 24 mit dem Eingangsrohr 20 verbunden sind. Ein Ausfall des Kühlsystems des Thyristors 27 hat somit einen Ausfall des Kühlsystems der Sicherung 24 zur Folge, die in diesem Augenblick schmelzen und demzufolge den Thyristor 27 schützen würde.

Dipl.-Ing. Dipl.-Ing. publ.
DIETRICH LEVINSKY
PATENTANWALT
8 München 21 - Gotthardstr. 81
Telefon 56 17 62

2029083

- 7 -

~~11. Juni 1970~~
12. Juni 1970
6153 - V

Société Lucien Ferraz
Lyon 3, 28, rue Philippe (Frankreich)

P a t e n t a n s p r ü c h e :

- ①. Mit Kühlflüssigkeit betriebene, flinke Sicherung, dadurch gekennzeichnet, daß über Zu- und Ableitrohre (20/23), eine Kühlflüssigkeitsquelle, Auflageteile (8/9) und ein dazwischenliegendes Sicherungselement (7) sowie weitere Elemente eine Zwangsumlaufkühlung am Sicherungselement bewirkt wird.
2. Flinke Sicherung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die die Zwangsumlaufkühlung bewirkenden Elemente festen Bestandteil der Sicherung bilden und gleichzeitig auf das Kühlsystem eines Thyristors bzw. einer Diode innerhalb der Gesamtanordnung einwirken.

009852/1585

2
Leerseite

-11-

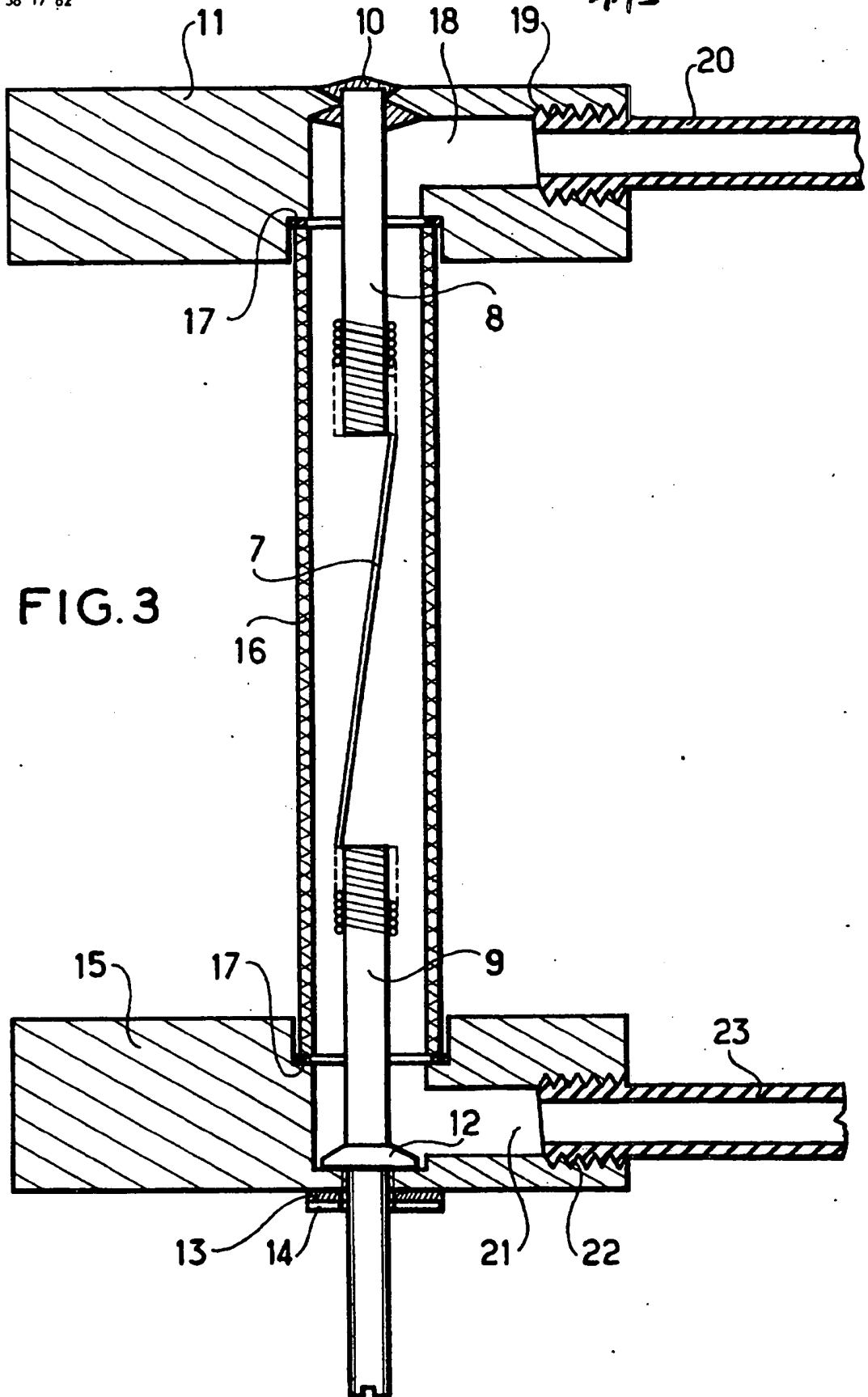


FIG. 3

009852/1585

ORIGINAL INSPECTED

FIG.1

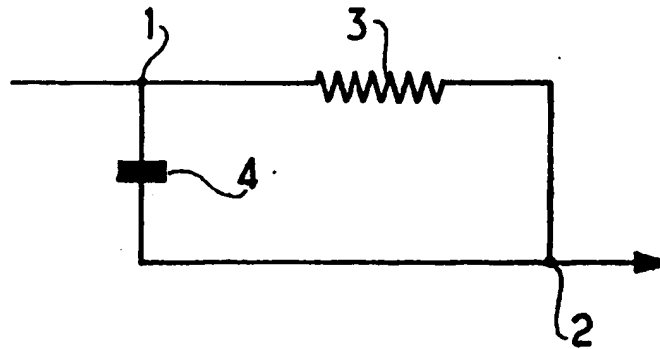


FIG.2

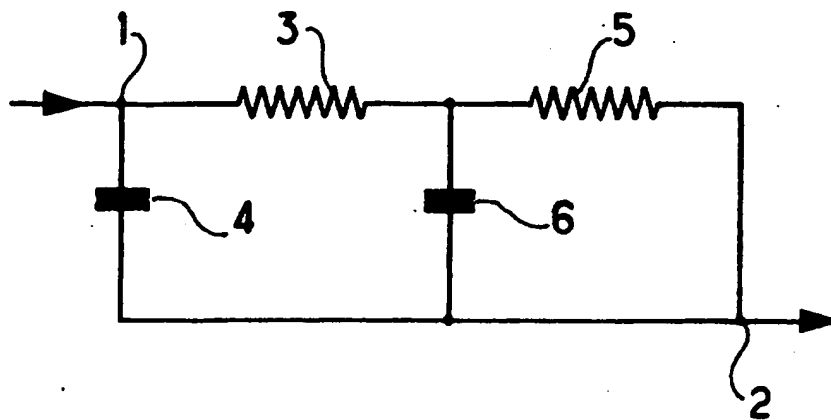


FIG. 4

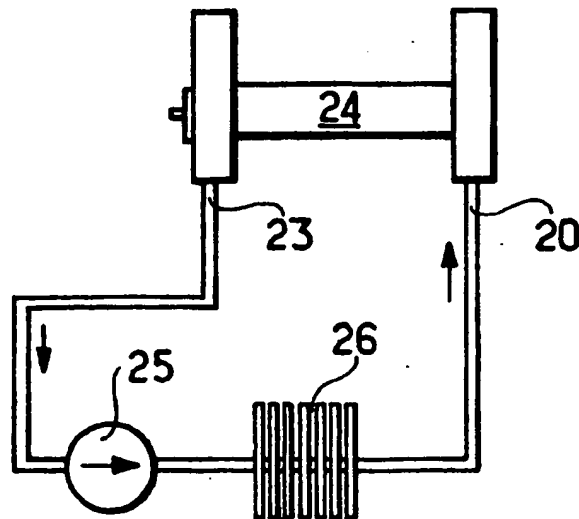
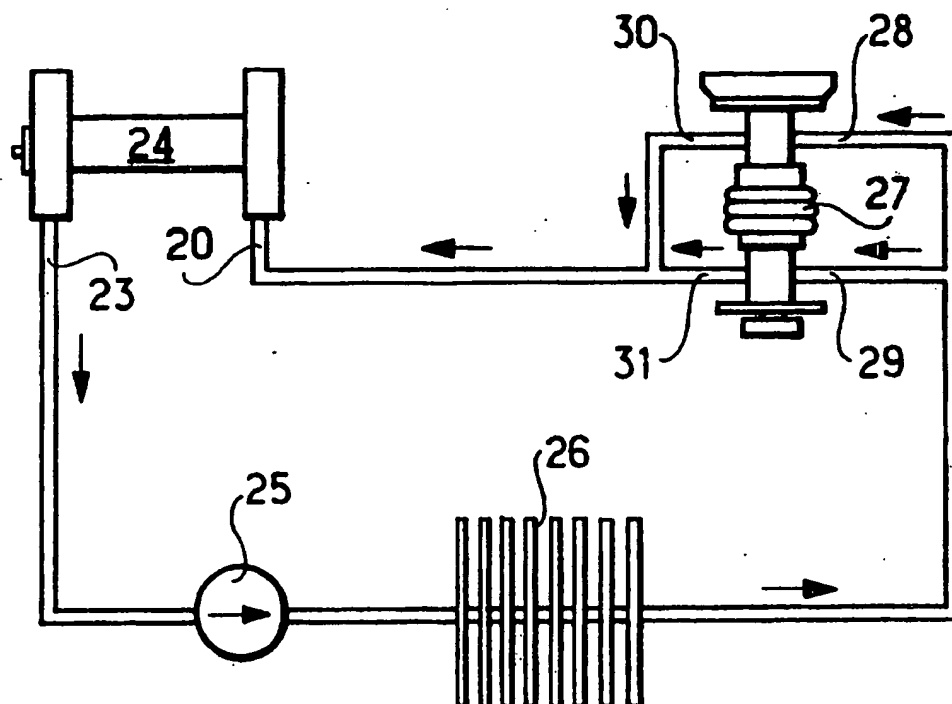


FIG. 5



009852/1585

ORIGINAL INSPECTED